

PARALLELISIERUNG DER UNTERPLEISTOZÄNEN BILDUNGEN VON PAKS UND VILLÁNY ANHAND DER DIASTROPHISCHEN ANSCHAUUNG

P. KRIVÁN

Geologisches Institut der Eötvös-Universität, Budapest
(Eingegangen 1. Oktober, 1959)

ZUSAMMENFASSUNG

Die Parallelisierung der Unterpleistozänbildungen von Villány und Paks, und die Vergleichung der Pleistozängliederung durch Biostratigraphie und Sedimentgeologie zwischen verschiedenen Gebieten im Allgemeinen ist ein alter Wunsch der ungarischen Pleistozänforschung. Obwohl die Wege einer solcher Parallelisierung meistens nur schwierig gangbar sind, ergab die Vergleichung der Pakser und Villányer Profile infolge der günstigen geologischen Gegebenheiten und der modernsten und gründlichsten geologischen Analysen an beiden Stellen konkrete Ergebnisse. Die genaue Bestimmung der stratigraphischen Position der unterpleistozänen Orogenphasen an beiden Stellen, sowie die Erkenntnis der Natur und Eigenart der Bewegungen gab uns den Schlüssel zur Parallelisierung beider Schichtreihen und bewies gleichzeitig die Richtigkeit der angewandten Verfahren bzw. ihrer Ergebnisse, die auf verschiedenen Wegen identische stratigraphische Feststellungen in den zwei Gebieten ergeben haben.

Die Ergebnisse können im folgenden summiert werden:

1. Die erste, mit Sicherheit feststellbare Orogenphase des Pleistozäns entfällt auf dem Beginn der Villányer Phase bzw. der Phase G_2 . Diese Orogenbewegung hat eine, einer Dilatation in NS-Richtung entsprechende Horst- und Grabenstruktur zustande gebracht.

2. Die zweite Orogenphase des Pleistozäns fand an der Wende der Bihar- und Villányer Phase bzw. zu Beginn der $M_{1\text{ skl}}$ -Phase statt. Diese Phase ist durch Kompression in der Richtung N—S, und durch entsprechende gestaute Strukturen gekennzeichnet.

3. Das Alter der durch die erste Orogenphase noch berührten jüngsten Schicht im Pakser Pleistozän entspricht anhand der früher ausgeführten stratigraphischen Gliederung des Ziegelei-Profiles der Wende G_1 — G_2 . Sie besteht aus Waldboden über Löß. In ihrem Liegenden kommt die erste sichere Spur der ältesten Lößbildung im Pakser Profil und gleichzeitig in ganz Mitteleuropa, des Lößes G_1 vor.

4. Die zweite Orogenphase hat bereits die Schichtfolge G_2 , G_2 — M_1 , $M_{1\text{ kl}}$, $M_{1\text{ l}}$ auch betroffen. Diese Schichtreihe kann mit der Schichtfolge von Villány, wie in der Tabelle im Text sichtbar, parallelisiert werden. Folglich ist eine der Lößbildung G_2 entsprechende Bildung aus dem Villányer Gebirge bislang noch unbekannt: die durch Kretzoi in die Phase G—M eingereihte rote Tonbildung entspricht in Paks einer Bodenbildung (G_2 — M_1), die Erosionsphase M_{1a} dem Schluß der Bodenbildung ($M_{1\text{ kl}}$), und die Bildung des Lößtegels M_{1b} der Lößbildung ($M_{1\text{ l}}$). Die in Klammern gesetzten Bezeichnungen zeigen Verfassers stratigraphische Stellungnahme an.

5. Die Bihar-Phase endet mit der Entwicklung der Lößschicht M_{2b} von Villány. Die Pakser Schlußbildung der Bihar-Phase ist gleichfalls Löß. Sein Alter ist von mir in $M_{1\beta}$ festgesetzt worden. Folglich sind die Bezeichnungen M_{2b} und $M_{1\beta}$ synonym.

6. Die strukturellen Verhältnisse des durch die Aufschlüsse bei der Bence-Kneipe und bei der Eisenbahnstation nach N und S ergänzten Pakser Fundamentalprofils (Ziegelei-Profil) sind in Fig. 12. sichtbar.

7. Die in unseren Untersuchungen angewandte diastrophische Anschauung ist nicht nur ein Werkzeug der Parallelisierung entfernter Pleistozänbildungen, sondern auch anwendbar zu einer Kontrolle und gegenseitigen Ergänzung der auf verschiedenen Wegen abgeleiteten Systeme der Pleistozänstratigraphie.

8. In erster Annäherung lassen sich die in beiden Gebieten bemerkbaren Orogenphasen mit den alt- und jungwalachischen Phasen vergleichen. Die Klärung dieser Frage birgt den Keim einer Fernparallelisierung der mitteleuropäischen Pleistozänschichtreihen.

9. Obwohl wir die Beweisung der Theorie von Milanković und Bacsák nicht im entferntesten angestrebt haben, müssen wir feststellen, daß sich das chronologische System der Genannten — bei der von mir angewandten Methode der Parallelisierung der gegenseitig konformen Serien, und bei der Betonung der gegenseitigen Unabhängigkeit — als gut anwendbar erwies. Es wäre höchste Zeit, daß die Vertreter des negativen Widerspruchs einmal ihren eigenen Standpunkt revidieren, und nicht nur die scheinbar widersprechenden Angaben sammeln, sondern auch das Werk von Bacsák studieren würden, da sich doch letzterer seit zwei Jahrzehnten gegen die Anwendung in der stratigraphischen Gliederung der von den Opponenten als Zielpunkt ausgewählten Strahlungskurve wehrt. Was nun die entscheidende Bedeutung der C^{14} -Angaben betrifft, so besteht ein Widerspruch zwischen den beiden Systemen absoluter Chronologie nur dann, falls wir die Strahlungskurve als Vergleichungsgrundlage nehmen, und hauptsächlich, falls man die rasch ansteigende Ungenauigkeit der C^{14} -Angaben über fünfzehntausend Jahre zu Ungunsten des Milanković-Systems wertet.

Da die Besprechung dieser Probleme gegenwärtig zur Aktualität heranreifte, wollen wir demnächst die Position und Wertung des Milanković-Systems in einer zusammenfassenden Studie erörtern.

Durch diese Schrift geht ein alter Wunsch in Erfüllung. Verfasser hat darin die Parallelisierung der durch Säugetierfaunen gekennzeichneten und gegliederten Unterpleistozänbildungen von Villány und des Säugetierreste nur vereinzelt enthaltenden, höchstens nur malakologisch gekennzeichneten Pakser klassischen Pleistozänprofils unternommen. Begründet war dies Unternehmen auf die fünf Jahre vorher publizierte Pakser Monographie (14) und die kurz nachher erschienene großzügige Villány-Arbeit von M. Kretzoi (13). Der Schlüssel zur Lösung der Aufgabe ist uns durch das eingehende Studium des Pakser Autobahneinschnittes in die Hand gegeben worden.

Die Entstehung des Pakser Autobahneinschnittes bei der Eisenbahnstation

Es mußten zur Gelegenheit der Konstruktion der Autobahn Nr. 6., Budapest—Pécs, im Abschnitt Dunakömlöd—Paks, gegenüber der Eisenbahnstation Paks (106,561—106,730 km) in 1952 Untersuchungen betreffs der Böschungsbeständigkeit vorgenommen werden. Die Stabilität der sich über die Autobahn erhebenden Lößklippe durch Wassersättigung ist nämlich derart beeinträchtigt worden, daß Hangrutschungen zu befürchten waren. Zur Behebung der Gefahr hat F. Pappalvy (18) die Ausbildung einer durch Terrassen gegliederten Böschung vorgeschlagen mit einem Böschungswinkel von 40° , bei einem Sicherheitskoeffizienten von 1,2. Er hat seine Meinung auf die bodenmechanische Untersuchung der durch ihn ausgesteckten vier Bohrungen basiert. Da meine Untersuchungen über das Pakser Pleistozän-Grundprofil zu dieser Zeit gerade im Gange waren, hat F. Pappalvy die Ergebnisse seiner bodenmechanischen Untersuchungen sowie auch die Bohrproben mir freundschaftlich zur Verfügung gestellt.

Teilweise ist die Lößklippe bei der Eisenbahnstation von Paks bereits vor den Untersuchungen von Pappalvy abgeschnitten worden. Aus einer der Schichten des derart entstandenen Aufschlusses ging der berühmte, viele Debatten erregende fossile Säugetierfund von P. Stefanovits

hervor (14, Fig. 5), dessen Fundschicht bereits zur Gelegenheit der Arbeiten über das Pakser Pleistozän-Fundamentalprofil (des weiteren: Ziegelei-Profil) mit der dortigen entsprechenden Schicht parallelisiert wurde.

Wie bereits in der Einführung erwähnt, ist der Schlüssel der Parallelisierung der Pakser und Villányer Unterpleistozän-Profile das Profil bei der Pakser Eisenbahnstation: um jedoch diesen Schlüssel mit Nutzen anwenden zu können, müssen wir das Profil bei der Eisenbahnstation mit dem der Ziegelei parallelisieren.

Zusammenhang der Pakser Lößprofile bei der Eisenbahnstation und in der Ziegelei

Das Ziegelei-Profil von Paks, von internationalem Ruhm und Bedeutung, ist das wichtigste Pleistozän-Fundamentalprofil in Mitteleuropa. Laut unserer gegenwärtigen Kenntnisse ist es das vollständigste äolische Profil des mitteleuropäischen Pleistozäns. Die nahezu 60 m mächtige Pleistozän-Serie umfaßt die Zeit von der Günz-Mindel-Interglaziale bis zum Ende der Würmvereisung.

Es sollte m. E. zum Typusprofil des mitteleuropäischen Pleistozäns erklärt werden, u. zw. neben der lückenlosen Serie seiner, die aufeinanderfolgenden Phasen des Pleistozäns repräsentierenden Schichten, und der daraus folgenden Sicherheit der stratigraphischen Deutung, auch wegen seiner umfassenden sedimentgeologisch-stratigraphischen Bearbeitung und Synthese (14).

Als Ergebnis meiner in 1954 abgeschlossenen Untersuchungen habe ich die bislang von mehreren Verfassern für Günz gehaltenen (24, 4, 8, 1, 31) Schichten für jünger erklärt, und die bis dorthin betonte Vollständigkeit der Schichtfolge in der Ziegelei auf die Zeitspanne zwischen der Interglaziale Günz-Mindel und Ende Pleistozän beschränkt (14). Daß die nach meiner Auffassung vorgenommene stratigraphische Gliederung des Ziegelei-Profiles der Wahrheit entsprechen dürfte, wurde unterstützt dadurch, daß im Aufschluß bei der Eisenbahnstation unter der untersten, altmindelischen Lößschicht der Ziegelei noch zwei weitere, vermutlich den beiden Günz-Vereisungsphasen entsprechende Lößschichten zum Vorschein kamen. Damit haben wir die untere Grenze der Pleistozänserie erreicht, da unter diesen Schichten bereits präpleistozäne (Prägünz-) Süßwassertone liegen (Fig. 2).

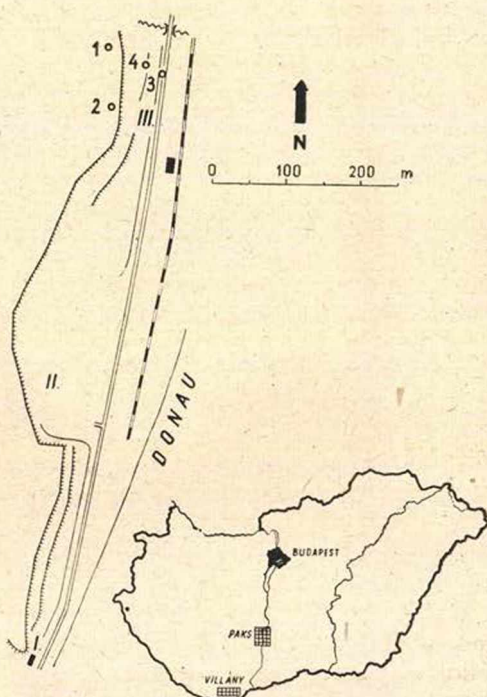


Fig. 1. Grundriss der Aufschlüsse von Paks. I. Aufschluß bei der Bencze-Kneipe, II. in der Ziegelei, III. bei der Eisenbahnstation. 1—4: Die Bohrungen bei der Eisenbahnstation

Obwohl der Aufschluß bei der Eisenbahnstation zur Zeit meiner Untersuchungen in der Ziegelei hergestellt wurde, geriet seine Bearbeitung teils wegen der bedeutenden Zeitanprüche der Materialbearbeitung, teils wegen prinzipieller Erwägungen in den Hintergrund. Die Meinungsverschiedenheiten bezüglich der chronologischen Gliederung und Einfügung des Ziegelei-Profils erforderten nämlich in erster Reihe die Klärung der Lage, die Abschließung der Debatten. Das wurde bezweckt durch meine mit modernen Methoden durchgeführte Bearbeitung, deren Beschreibung auch die Bewertung der früheren Beobachtungen und Untersuchungsergebnisse enthielt.

Ich habe die Sicherheit meiner stratigraphischen Stellungnahme durch den bohrprofilartigen Darstellungsstil des zusammenfassenden Profils in der Monographie (14, Beilage Nr. 3.) zu betonen gewünscht. Die längsprofilartige Darstellung des im N—S-Streichen aufgeschlossenen Ziegelei-Profils und die Andeutung der chronologischen Stellungnahme in dieses Profil, hätte nämlich nur zu neuen Debatten über die Richtigkeit der chronologischen Einfügung und der Gliederung geführt. Diese Debatten sind hervorgerufen worden dadurch, daß das Auftreten äolischer Ablagerung und Abtragung nebeneinander eine allgemeinbekannte Erfahrungstatsache ist, sodaß die Verbindung äolischer Schichten im Profil die Synchronisierung von zeitlich nicht zusammengehörenden Bildungen ergeben kann. Obwohl die Abtragungs- und Ablagerungserscheinungen auf dem Festland tatsächlich eng miteinander verbunden sind, müssen wir dieses Bedenken besonders im Falle von Lössschichten als übertrieben ansehen; jedoch war dieser Umstand doch ein Argument gegen die Mitteilung eines Längsprofils der gut verfolgbaren Schichten des Ziegelei-Aufschlusses.

Ich wünschte das oben formulierte Bedenken schon *ab ovo* zu entkräften, deshalb habe ich meine eingehenden Sedimentuntersuchungen an zweifellos übereinanderliegenden Proben entlang von Vertikalprofilen ausgeführt. Aus dieser Art der Sammlung ergab sich von selbst eine bohrprofilartige zusammenfassende Darstellung.

Es wäre jedoch falsch, anhand der Besprochenen anzunehmen, daß ich bei der Begründung meines Standpunktes in beschränkter Weise nur die Untersuchungsergebnisse am „Bohrprofil“ herangezogen habe. Bei der Formulierung meiner Feststellungen habe ich alle vorangehende Beobachtungen, Untersuchungsergebnisse, die Angaben meiner eigenen Untersuchungen sowie die anderswo im Ziegelei-Profil erzielten Befunde bearbeitet und, falls notwendig, auch die Erfahrungen aus dem S vom Ziegelei-Profil liegenden Aufschluß der Bence-Kneipe und aus dem nördliche gelegenen Aufschluß bei der Eisenbahnstation in Betracht genommen (14).

Die Herstellung der Verbindung mit dem Profil bei der Eisenbahnstation war schon deshalb notwendig, um das entscheidende Argument des unterpleistozänen Säugetierfundes von *Stefanovits* gegen diejenige Geologen in den Kampf führen zu können, die den Pakser äolischen Komplex samt und sonders in die Würmstufe einzureihen wünschten (27).

Da die Aufschlüsse in der Ziegelei und bei der Eisenbahnstation einander naheliegen (14, Fig. 5), und da die Schichten zwischen beiden entlang dem dazwischenfallenden Teil des Steilhanges ziemlich gut verfolgt werden können, konnte ich die Schichtreihen der beiden Aufschlüsse ohne weitere Hilfsannahmen parallelisieren. Damit ist die stratigraphische Lage des Profils bei der Eisenbahnstation bereits gegeben. Obwohl die Zusammenhänge der beiden

Aufschlüsse auf der Oberfläche ziemlich gut verfolgbar sind, habe ich bei der Parallelisierung der beiden Aufschlüsse auch die sichtbaren Zusammenhänge besonders scharf kontrolliert und dabei den Sedimentanalysergebnissen der über und unter dem Aufschluß bei der Eisenbahnstation durchteuften Bohrungen besonderes Augenmerk gewidmet.

Nördlich von der Ziegelei steigen die Schichten sanft an. Folglich läuft das nach dem Aufschluß bei der Eisenbahnstation hin verlängerte Ziegelei-Profil dem „Einfallen“ entgegen, sodaß im Aufschluß bei der Eisenbahnstation bereits die älteren Pleistozänglieder zutage treten, wogegen die Ablagerungen der würmischen Phase infolge ihrer herausgehobenen Lage größtenteils abgetragen worden sind (Fig. 2). Die oben und unten durch Bohrangaben ergänzte Schichtreihe des Aufschlusses bei der Eisenbahnstation illustriert vom präglazialen Süßwasserton bis zum Anfang der Würm-Glaziale in kontinuierlicher Reihe die Ereignisse besonders der großen Glazialen.

Bei der stratigraphischen Einfügung des Ziegelei-Profiles haben wir das Prinzip der chronologischen Parallelisierung gegenseitig konformer Sequenzen angewandt. Das benötigte zwei Grundlagen: 1. Die Kenntnis der paläoklimatologischen Wandlungen im Pleistozän als chronologisches Etalon, 2. die Klärung der Natur und Reihenfolge der klimatischen Wandlungen in der Schichtreihe des Profils.

Da die erste Bedingung nicht zu befriedigen war, weil es wegen der größten Vollständigkeit des Pakser Profils in ganz Mitteleuropa an einem induktiven, auf Grund von Klimaveränderungen konstruierten Chronologie-Etalon mangelte, mußte ich notwendigerweise das durch Deduktion gewonnene, bislang feinste klimageschichtliche System des Pleistozäns, das von Milanković und Bacsák anwenden. Vorhergehend mußte ich jedoch die geologische Deutung dieses Systems ausführen (14).

Diese deduktive Tätigkeit führte zu einer gewissen Erkenntnis der Klimaereignisse im mitteleuropäischen Pleistozän. Da jedoch diese Tätigkeit nicht ohne kritische Betrachtungen und Zusammenschau der betreffenden Angaben vor sich ging, habe ich das aus dem Milanković—Bacsák-System entwickelte klimageschichtliche Etalon erst *nach* der induktiven, traditionell-geologischen Bearbeitung der untersuchten Schichtreihe und *nach* der Bestimmung der Natur und Reihenfolge der in den Schichten sich spiegelnden klimageschichtlichen Geschehnisse angewandt.

Es muß immerhin betont werden, daß sich das System von Milanković—Bacsák bei der chronologischen Vergleichung als gut anwendbar erwies, jedoch auch, daß ich, der Fehler meiner Vorfahren bewußt, nicht unbedingt alles in das Profil hineinschauen wollte, was das Milanković-System „vorschreibt“. Es ist nämlich meine Überzeugung, daß das Bestreben zur Beweisung der Theorie von Seiten der Geologen — in einer Zeit, wo man noch überhaupt nicht wußte, in welcher Hinsicht man der Milanković-Theorie „helfen“ soll — der Theorie mehr geschadet hat, als die ganze Menge der C¹⁴-Angaben, da die Parallelisierung der letzteren mit dem chronologischen Etalon von Milanković—Bacsák gar nicht so große Schwierigkeiten bereitet, wie es manche haben wollen. Ich bin des weiteren überzeugt, daß die Berechnungen von Clemence und die dadurch beanspruchte Revision nicht nur das Wesen der Theorie nicht berühren werden, sondern sogar die Stabilität der Theorien von Milanković und Bacsák weitgehend fördern werden.

Das Prinzip der chronologischen Parallelisierung gegenseitig konformer Sequenzen ist an sich nichts neues. Es wird seit langem in der Varvenchronologie und in der Dendrochronologie mit Erfolg angewandt. Neuestens ist es von E. Neubrandt—Végh (29) zur Parallelisierung von Obertriasbildungen herangezogen worden.

Nach alledem werde ich selbstredend mit den chronologischen Angaben des Ziegelei-Profiles auch die dort entwickelte Nomenklatur übernehmen. Die Unterscheidung von eisbildenden („kryophilen“) und eisfressenden („kryophoben“), sowie teilweise eiserstörenden („semikryophoben“) und teilweise eisbildenden („semikryophilen“) Phasen, sowie die Betonung der Notwendigkeit ihrer Erkennung ist jedenfalls berechtigt, da doch die Untersuchungen in der Ziegelei die Erkennung, bzw. die Möglichkeit der Erkennung der genannten Phasen bereits bewiesen haben.

Die Möglichkeit der Nachweisung von „kryophilen“, eisbildenden Phasen hat bereits M. Staub (25) im Zusammenhang mit der paläoklimatologischen Deutung der Flora von *Felek* gezeigt, in einer ebenso empirischen Weise wie mir im Aufschluß der Ziegelei die Nachweisung noch weiterer eiserstörenden und teilweise eiserstörenden bzw. teilweise eisbildenden Phasen gelang. Dabei sind die Erkenntnisse von M. Staub durch keinerlei Bestrebungen zu einer Rechtfertigung irgend eines Systems suggeriert worden; er hat nicht im vornherein gewußt, was er finden wollte; und doch war das Ergebnis das Auffinden des Köppen-schen Prinzips, nämlich daß zur Entstehung der Vereisungen nicht eine allgemeine Abkühlung, sondern vielmehr eine ausgeglichene Temperaturverteilung, die Zugewenheit niederschlagsreicher kühler Sommer und milder Winter notwendig ist. Dieses Prinzip ist jedoch von Staub so früh formuliert worden, daß er auf taube Ohren stieß, sodaß Köppen auf einem grundverschiedenen Wege, durch klimatologische Erfahrungen und Erwägungen zu derselben Folgerung gelangen mußte. Es ist nicht notwendig zu betonen, daß Köppen nichts über das empirische Erkenntnis von Staub wußte, obwohl man vier Jahrzehnte vorher die Quartärliteratur noch zu überblicken fähig war.

Der Umstand, daß ich sechs Jahrzehnte nach den Forschungen von Staub bereits bewußt die Unterscheidung nicht nur der vereisten und eisfreien, sondern auch der eisbildenden und eiserstörenden Phasen anstrebte, bedeutet keinesfalls, daß meine Ergebnisse aus der Milanković—Bacsák-Theorie fließen, wie weit auch diese die klimatologisch einheitliche Erklärung der Entstehung und des Verfalls der Glazialen fördern mochte. Daß ich die obige Nomenklatur zum ersten Male bei der geologischen Deutung der Milanković—Bacsák-Theorie anwendete, geschah darum, weil ich die Parallelisierung des deduktiven und induktiven Systems durch eine identische Nomenklatur zu erleichtern bzw. ermöglichen wünschte: ich wollte nämlich die Deduktion zu einem Grade führen, wo sie sich bereits mit der Induktion berührt. Mit anderen Worten wollte ich damit die Sprache der Möglichkeit und der Wirklichkeit auf einen gemeinsamen Nenner bringen.

Das in der Monographie mitgeteilte System der Pleistozängliederung ist nur insofern abgeändert worden, daß die Zweiteilung der Vereisungsphasen der Mindel₁, Riß₁ und Würm₁, die dort festgestellt wurde, hier schon durch die Bezeichnungen M_{1a}, M_{1b}, R_{1a}, R_{1b}, W_{1a}, W_{1b} betont worden ist. Weitere Abkürzungen: PG: Prägünz; G: Günz-, M: Mindel-, R: Riß-, W: Würmphase, kl: Kryophil, skl: Semikryophil, tu: Tundraphase.

Die stratigraphische Gliederung des Eisenbahn-Aufschlusses ist aus Fig. 2 ersichtlich.

Das zusammenfassende sedimentgeologische Profil der vier Bohrungen, anhand deren das Profil bei der Eisenbahnstation (Fig. 3—6) konstruiert wurde, ist entsprechend der in der Monographie angewandten Methodik zusammengestellt worden. Es sind daraus die detaillierte petrographische Aufbauung, die Korngrößenverteilung, und die daraus folgenden Eigenschaften der Ablagerungen ablesbar. Da die Schichtreihen durchwegs aus dem Gesichtspunkte der Vereisung betrachtet worden sind, und auch dabei die uns nächstgelegene, bestbekannte Glaziale der Würm als Grundlage gewählt wurde, bin ich bei der Bestimmung der Korngrößengrenzen aus den Eigenschaften des Lösses, und zwar des würmischen Lösses im Ziegelei-Profil ausgegangen.

Die Korngrößengrenzen sind: D_1 : $< 0,02$, D_2 : $0,02-0,05$, D_3 : $0,05-0,1$, D_4 : $> 0,1$ mm \varnothing . Unter D_1 , wird der Anteil der Fraktion $< 0,02$ mm \varnothing über 26% verstanden. Ihre Unterscheidung wird durch den durchschnittlichen Pelitgehalt von 26% des würmischen Lößkomplexes in der Ziegelei begründet.

$D_2 + D_3$ ist die kennzeichnende Stammfraktion des Lösses, worin im allgemeinen D_2 größer ist als D_3 . Der Durchschnittswert von D_2/D_3 ist meistens über 1,4—1,5, mit einer oberen Grenze um 4. Die Zunahme der Fraktion D_3 kann den Wert des Bruches bis 0,7 herabdrücken, jedoch ist das ein Sonderfall, der das Ende oder den Beginn einer Lößbildung kennzeichnet. Da das äolische Schwebungsvermögen der Körnchen über 0,05 mm \varnothing rasch abnimmt, zeigt das Vordringen der Fraktion D_3 in einem Sediment von äolischer Genetik die stärkere Strömung des ablagernden Mediums, des Windes, sowie den Umstand, daß die zu der Ablagerung der feineren Fraktionen notwendige Windstille nur selten eintrat bzw. nicht lange dauerte.

Das Verhältnis $D_2 + D_3/D_1$ kennzeichnet die entgegengesetzte Lage. Sein Wert schwankt im Würmlöß der Ziegelei zwischen 2 und 3, sinkt jedoch im Riß-Komplex bis 1 herab. Daraus haben wir im Falle der Rißperiode auf eine langdauernde Windstille, die die wiederkehrende Staubbeförderung gesetzmäßig begleitet und zu einer vollkommenen Reinigung der Atmosphäre führt, geschlossen. Da die epigenetischen Vorgänge (Bodenbildung usw.) die Fraktion D_1 außergewöhnlich anreichern und dadurch den Wert des obigen Verhältnisses vermindern können, habe ich in meinen Folgerungen über Lößbildung den Prozessen der Verwitterung besonderes Augenmerk gewidmet.

Die Sortierung ist durch den Quotienten der Quartilwerte ($S = \frac{Q_{75}}{Q_{25}}$) und durch die Höhen der Maxima der Kornverteilungskurven gekennzeichnet worden. Zur Charakterisierung der schlechten Sortierung habe ich die Nebenmaxima der Kornverteilungskurven herangezogen, da eine schlechte Sortierung durch die vorangehenden beiden Angaben nicht immer zur Genüge gekennzeichnet wird. Die vorherrschende Windgeschwindigkeit und deren Stabilität kann aus der Lage bzw. der Stabilität des Verteilungshöchstwertes, ihre Schwankung aus der Schwankung der Lage des Höchstwertes bzw. aus der Erscheinung von Nebenmaxima ergründet werden.

Die Nebenmaxima der Kategorie D_1 können auch durch Prozesse der Verwitterung entstanden sein, jedoch können diese Prozesse leicht erkannt werden.

1 Bohrung

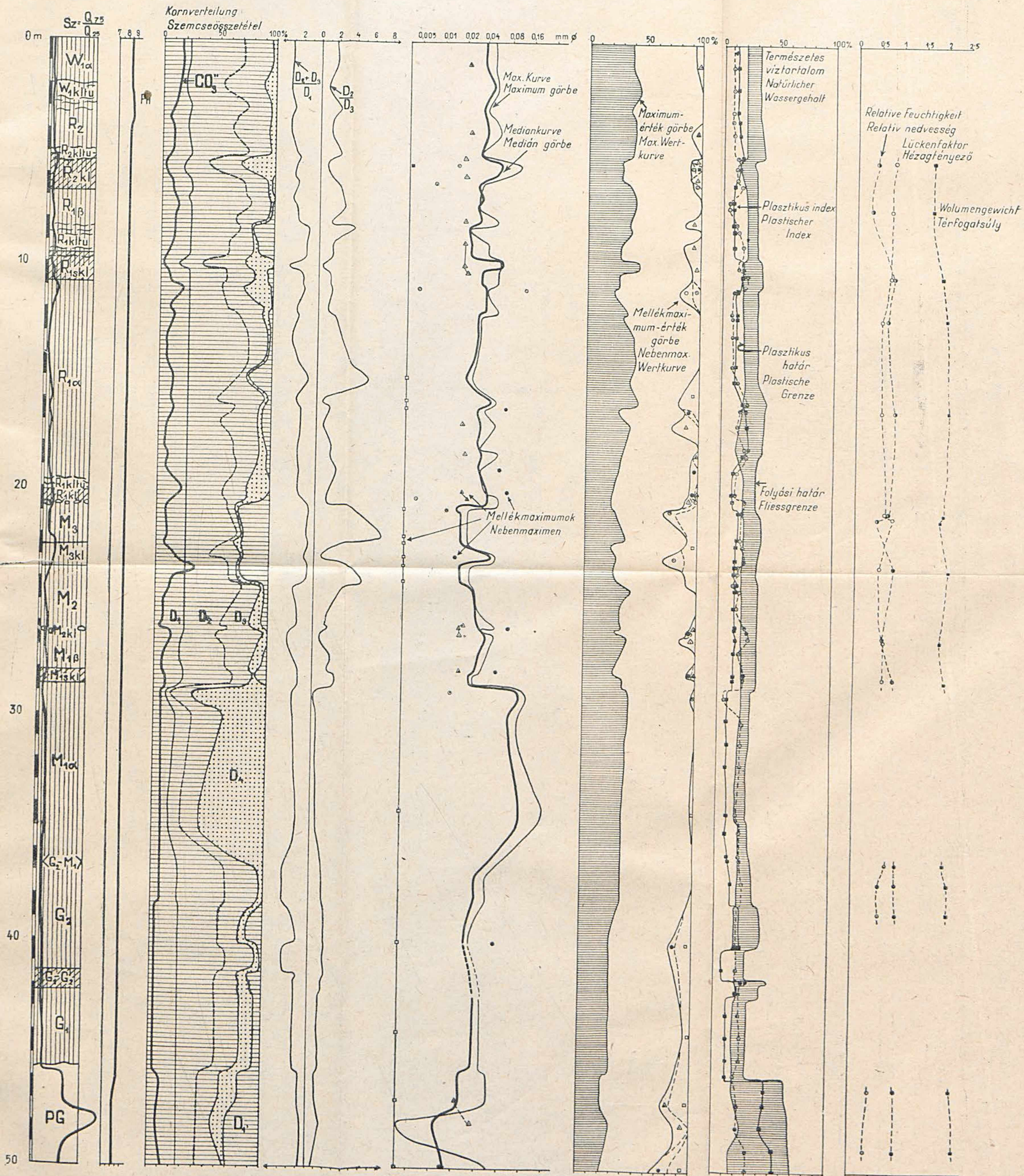
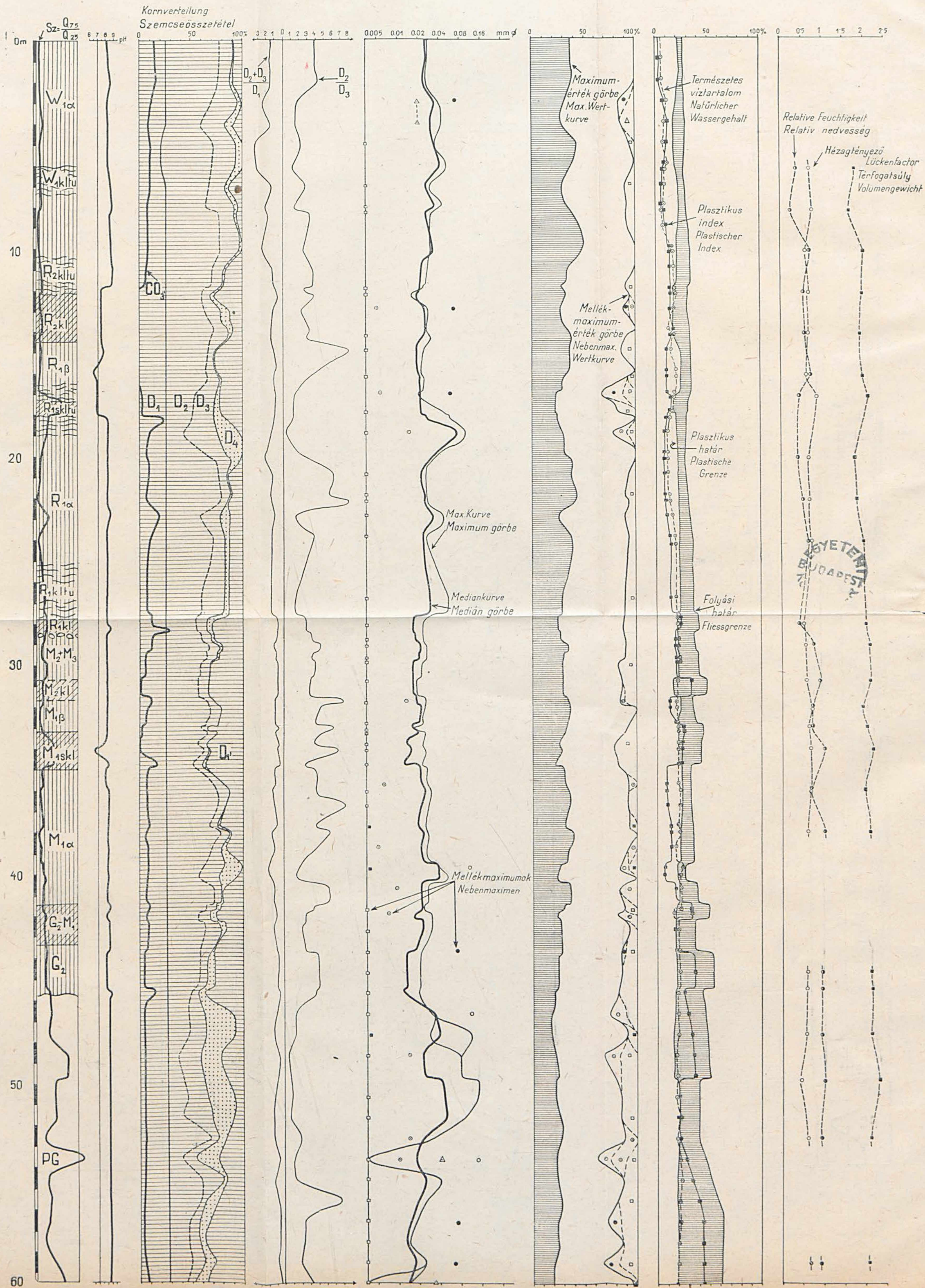


Fig. 3.

2 Bohrung



Das bodenmechanische Profil leistete bei der Erkennung der stofflichen Veränderungen im Profil eine willkommene Hilfe.

In den Bohrprofilen des Aufschlusses bei der Eisenbahnstation weisen die Sedimentanalysergebnisse einer und derselben Schicht eine gewisse Streuung auf. Dieser Umstand wird nicht so sehr durch die Veränderungen der Konsistenz im horizontalen Sinne erklärt, als durch die Methodik der Probeentnahme, die nicht ein kontinuierliches Profil anstrebte, und meistens die makroskopisch wahrnehmbaren Veränderungen vor Augen hielt.

Die Prägünz-Günzschichten des Profils bei der Eisenbahnstation und ihre Bedeutung

Die älteste Lößschicht im Ziegelei-Profil ist auf M_{1a} datiert worden. Dagegen fanden sich unter dem fossilen Boden im Liegenden der Lößschicht M_{1a} im Aufschluß bei der Eisenbahnstation noch zwei weitere Lößschichten, die voneinander durch eine Lage von fossilem Boden getrennt werden. Bohrungen 1, 3, 4 haben alle beide Lößschichten durchteuft, wogegen Nr. 2. nur die obere vorfand.

Anhand ihrer Lagerung gehören die beiden untersten Lößschichten chronologisch in die Günz₁- bzw. Günz₂-Phasen. In ihrem Liegenden befindet sich ein ziemlich eintöniger Tonkomplex.

Die sedimentologischen Eigenschaften des liegenden Tonkomplexes sind an den Bohrungsproben der Bohrungen 1, 2 und 3 studiert worden. Der Ton tritt nicht zutage; er ist dem Niveau der Autobahn (96,9 m ü. d. Adria) in Bohrung 2. am nächsten.

Um die Veränderungen der ablagernden Prozesse und gleichzeitig der klimatischen Erscheinungen verfolgen zu können, hat sich früher die diagrammatische Darstellung der Korngrößenverteilungen der aufeinanderfolgenden Bohrproben (14, Fig. 4—9, 11) als zweckmäßig erwiesen. Da wir im gegebenen Falle die Ablagerungsverhältnisse und klimatische Eigenschaften des frühen Unterpleistozäns zu erkennen wünschen, haben wir die unter-

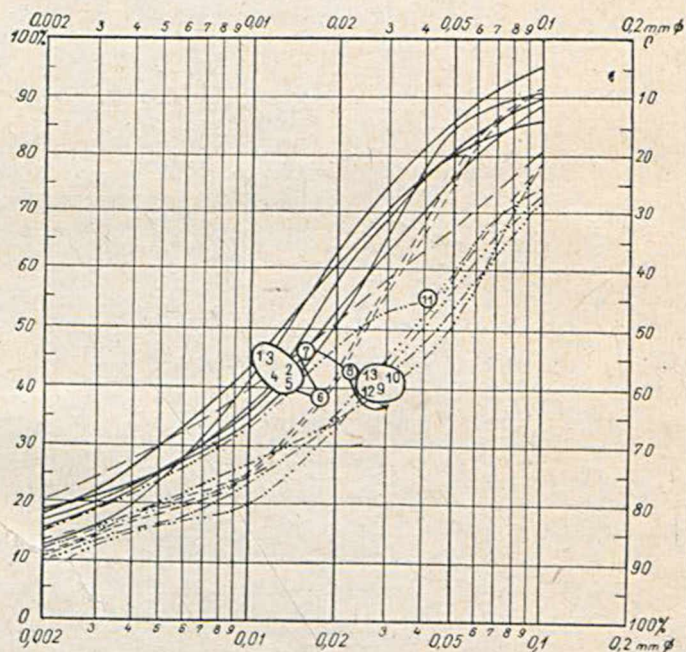


Fig. 7. Korngrößenverteilungskurven der prägünzischen Tonserie in der Bohrung 2. (1—13: 60,0—47,0 m). Die Numerierung der Proben erfolgte in stratigraphischer Reihenfolge. Der Pfeil zeigt die Richtung der Ablagerungsveränderungen an

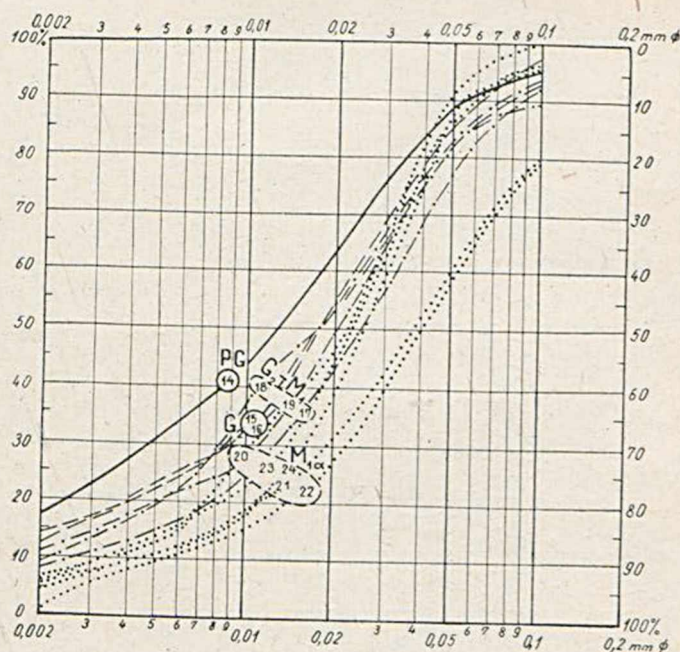


Fig. 8. Korngrößenverteilungskurven der Günz- und Altmindele-Bildungen in Bohrung 2. Numerierung der Proben fortlaufend (14—24: 46,0—38,3 m). Das Diagramm zeigt die Sedimentierung zwischen beiden Orogenphasen an

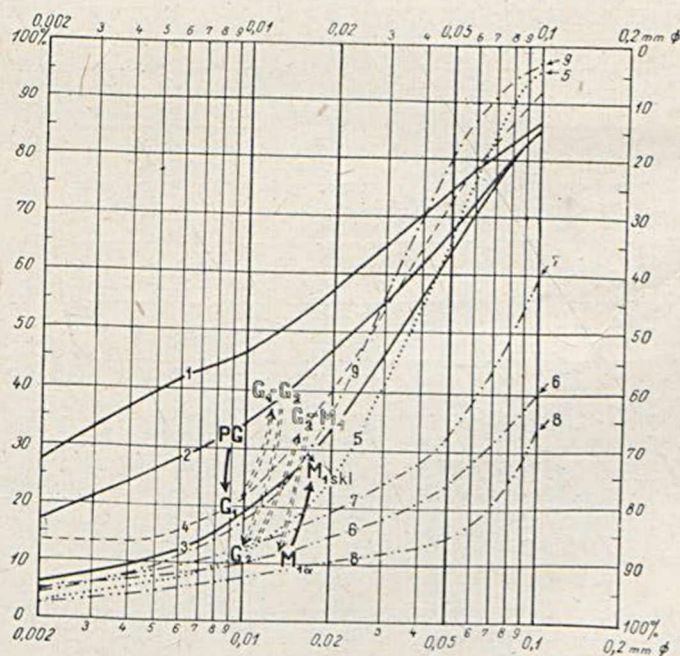


Fig. 9. Korngrößenverteilungskurven der Günz- und Altmindele-Bildungen in Bohrung 1. (1—9: 48,0—28,0 m). Das Diagramm deutet die Veränderungen der Ablagerung vor der zweiten Orogenphase an

ren Abschnitte der einzelnen Bohrprofile in ähnlicher Weise dargestellt (Fig. 7—11).

Der liegende Ton ist ein graues, Kalkkonkretionen mit Trocknungsrisen enthaltendes, bis zur aufgeschlossenen Teufe recht eintöniges klassisches Sediment. Geologisch ist es ein Tonstein, Pelit, anhand seiner Kornverteilung ein Übergangssediment, die neben der tonigen Fraktion ($< 0,002 \text{ mm } \phi$) auch bedeutende Mengen von Schluff ($0,002—0,02 \text{ mm } \phi$) und Feinsand ($0,02—0,1 \text{ mm } \phi$) enthält. Dementsprechend sind die Kumulativkurven flach, die Sortierung schlecht.

Das Alter dieser Ablagerung ist anhand ihrer Position zweifellos präpleistozän, prägünz. Faziell ist sie, soweit man aus den petrographischen Eigenschaften bestimmen kann, lakustrisch. Der Umstand, daß die Günzschichten ohne eine bedeutendere wahrnehmbare Diskordanz über dem Ton lagern, zeugt davon, daß die lakustrische Ablagerung nicht lange vor dem Beginn des Pleistozäns zu Ende ging.

Die oberpannonische Stufe kommt

3 Bohrung

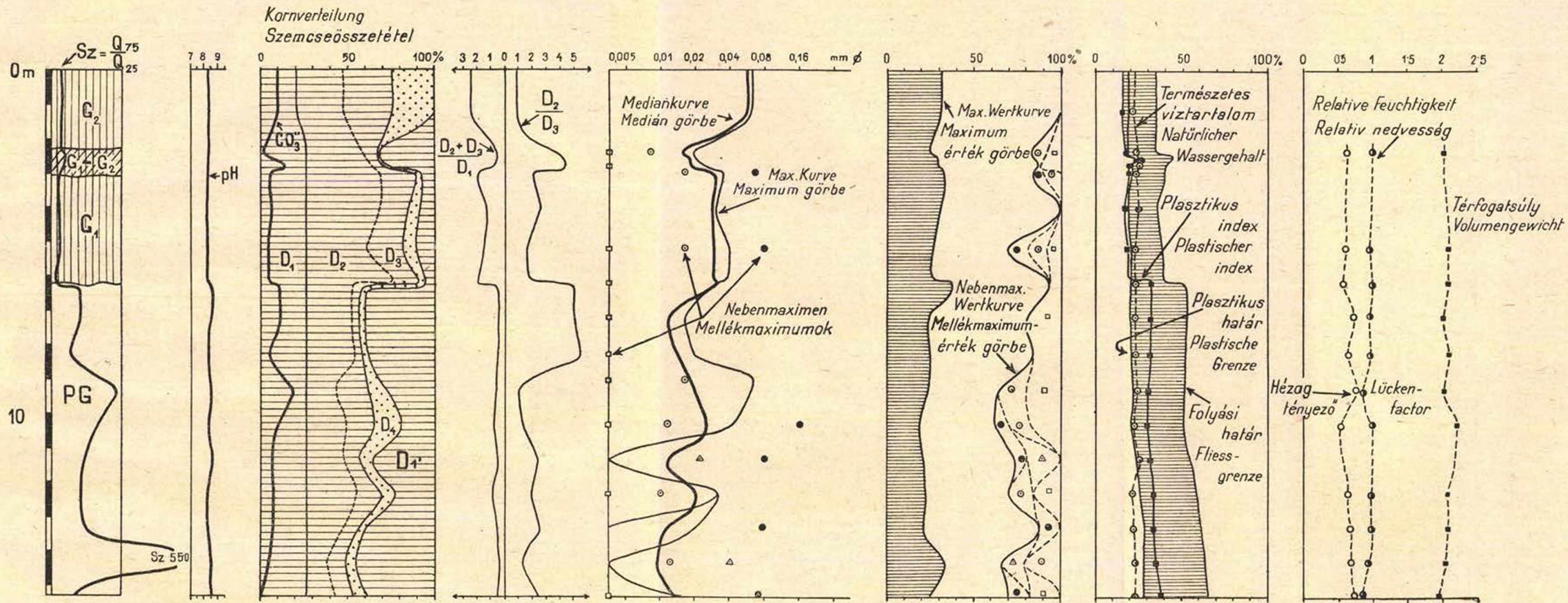


Fig. 5.

4. Bohrung

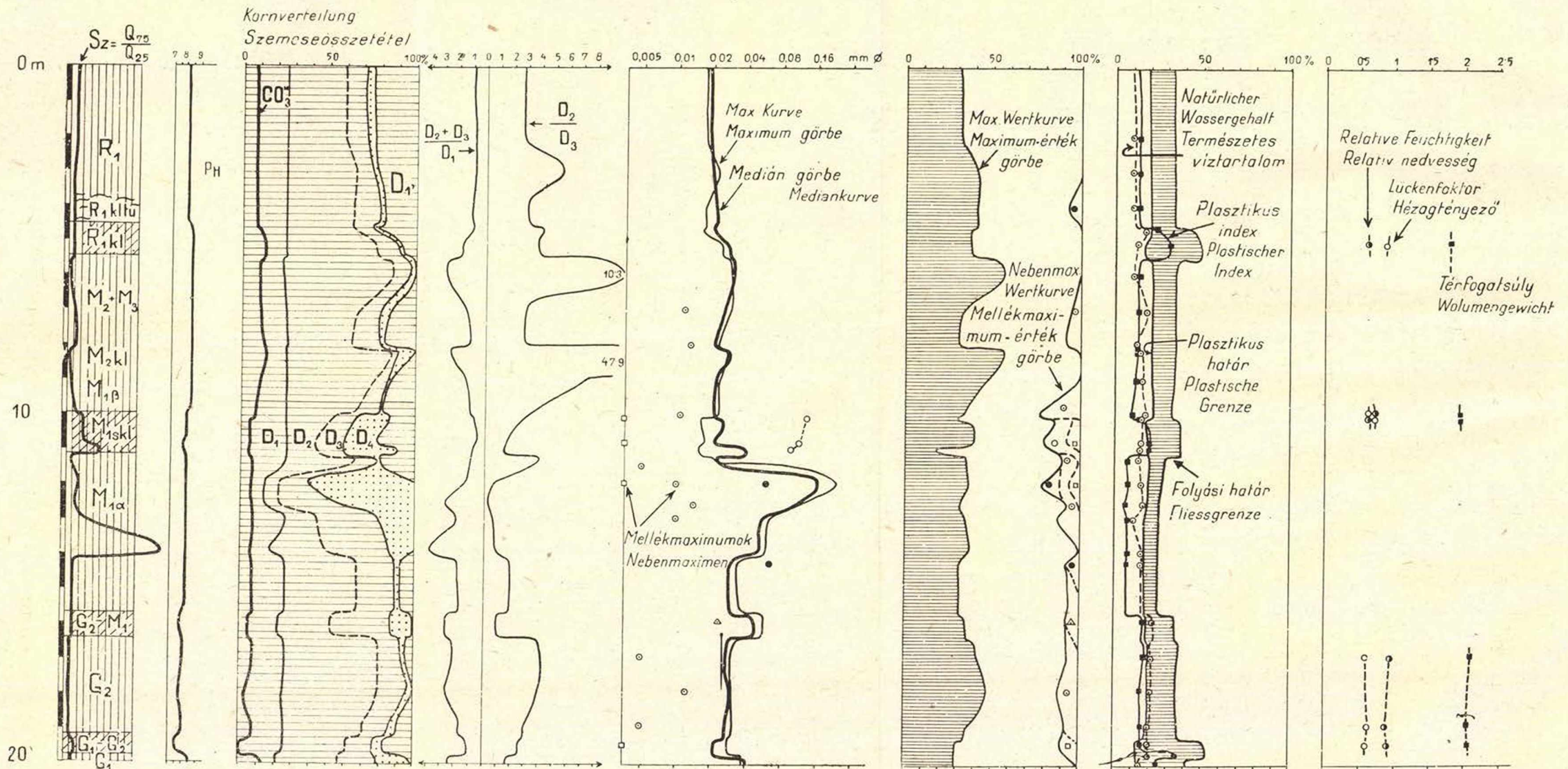


Fig. 6.



in Liegenden des Ziegelei-Profils und weiter südlich in Aufschluß bei der Benzke-Kneipe in sandiger Fazies vor. Die kleine Entfernung zwischen den Aufschlüssen der Eisenbahnstation und der Ziegelei sowie der große lithologische Unterschied verbietet es, die oberpannonische sandige Entwicklung und den Ton bei der Eisenbahnstation als heteropische Fazies anzusehen, obwohl sich der Tonkomplex nach dem Süden nicht fortsetzt, und die Bohrungen bei der Eisenbahnstation den oberpannonischen Sand selbst nach 15 m Vordringen im Ton nicht erreicht haben. Da in den Gebieten S von der Eisenbahnstation über dem oberpannonischen Sand unmittelbar die höheren Pleistozänglieder (Günz-Mindel bzw. Mindel-Riß) liegen, ist es zu vermuten, daß sich der Tonkomplex auch südlich von der Station entwickelte, nachher jedoch der pleistozänen Abtragung anheimfiel.

Obwohl gegenwärtig das Alter des liegenden Tones im Aufschluß bei der Eisenbahnstation nicht genau angegeben werden kann, ist es nicht mehr anzuzweifeln, daß seine

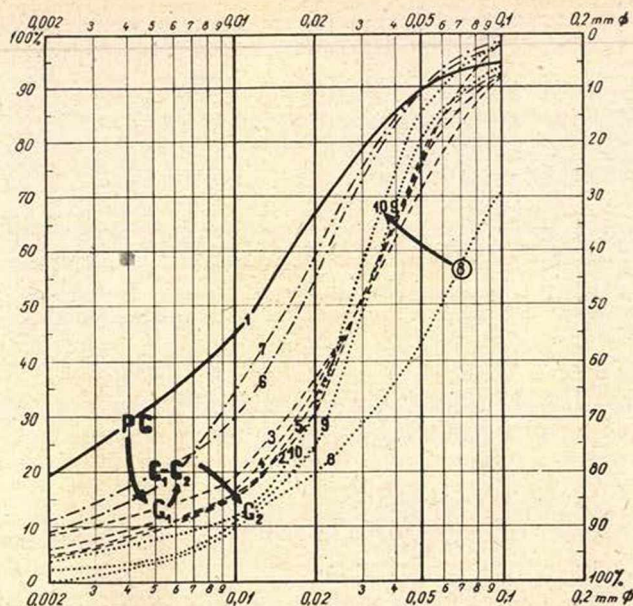


Fig. 10. Korngrößenverteilungskurven der Günzschichten in Bohrung 3. (1—8: 7,2—1,2 m). Proben 9 und 10 stellen das Schlußglied von G_2 aus Bohrung 4. dar und sind zur Ergänzung der günzischen Sedimentierungsgeschehens angeführt

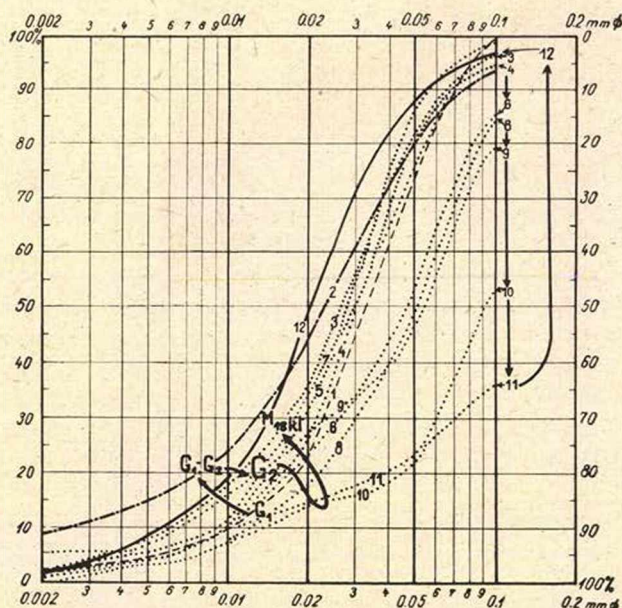


Fig. 11. Veränderungen im Gange der Ablagerung laut Untersuchungen an Bohrproben der Bohrung 4, zwischen G_1 — G_2 und M_{1skl} (1—12: 20,15—11,30 m)

Bildung postoberpannonisch und präpleistozän war. Er konnte sich vielleicht kontinuierlich aus dem oberpannonischen Sandkomplex entwickelt haben, und folglich das Schlußglied der Sedimentierung aus dem zunehmend versüßten pannonischen Binnensee darstellen, jedoch ist das augenblicklich noch zu beweisen. Deshalb bezeichne ich diese Bildung bis auf neuere Angaben als prägünzisch.

Da hier eine Behandlung der Unterteilungsfragen des Spätpliozäns nicht bezweckt ist, gehen wir zu der Kennzeichnung der Günzschichten über. Über den monotonen Schichten des lakustrischen Tones (Fig. 7) liegt scharf begrenzt die erste bzw. (in Bohrung Nr. 2) die zweite Lößschicht des Pleistozäns. Dieser scharfe Wechsel ist sowohl im zusammenfassenden sedimentologischen Profil der Bohrungen 1, 2, 3 (Fig. 3—5), als auch in den die Veränderungen der Korngrößenverteilung illustrierenden Diagrammen (Fig. 8—10) auffallend. Die Grenze Prägünz-Günz₁ ist in Bohrungen 1 und 3 studiert worden (Fig. 9, 10), wogegen die Grenze Prägünz-Günz₂ in Fig. 8 gezeigt wird.

Die gewählte Darstellungsweise spricht für sich. Die Lößschichten des Günz zeigen den kennzeichnenden Verlauf der Lößkurven, wogegen in der trennenden verwitterten Lößschicht (G_1-G_2) infolge epigenetischer Tonbildung und -Konzentration die Zunahme der Fraktion D_1 bemerkt werden kann.

Da die Probeentnahme in den Bohrungen nicht überall gleich dicht war, habe ich die Schicht G_2-M_1 in der Bohrung Nr. 2 (Fig. 8), den Übergang in die Schicht M_{1a} in den Bohrungen 1, 2 und 4 (Fig. 9, 8, 11) und die Schicht M_{1skl} in den Bohrungen Nr. 1 und 4 (Fig. 9, 11) untersucht.

Die Kryonphasen G_1 , G_2 , M_{1a} ergaben kennzeichnende Lößkurven. In der M_{1a} , entsprechend der Lage in der Ziegelei, ist die Lößbildung bis zu der völligen Bedeckung der umgebenden $G-M$ -Flugsandgebiete durch Löß durch verzerrte Kurven gekennzeichnet, die lössigem Flugsand, bzw. flugsandhaltigem Löß entsprechen, da in den Pausen der Lößbildung beweglicher Flugsand in die Lößgebiete eingeblasen wurde. Später zeigen die Kurven jedoch bereits typische Lößbildung an, mit abnehmenden Anteilen von Flugsand (Fig. 8, 9, 11). Die vollkommene Bedeckung der umgebenden Flugsandgebiete fand nur zur Zeit der Bildung der M_{1skl} -Schicht statt. Ich möchte bemerken, daß ich im Laufe meiner Untersuchungen in der Ziegelei bei der Untersuchung der Phasen R_{1a} und W_{1a} vollkommen identische Umstände vorfand.

Die Bodenbildungsvorgänge der Phasen G_1-G_2 , G_2-M_1 , M_{1skl} haben zu der lehmigen Verwitterung der Lößoberflächen geführt, und dementsprechend haben sich die Veränderungen in der Korngrößenverteilung größtenteils auf die Kategorie D_1 beschränkt (Fig. 8—11). Im durch Pfeile angedeuteten Verlauf der Ablagerung weisen die abnehmenden D_1 -Werte auf eine Vereisung, die zunehmenden auf eisfreie Phasen hin. Die Bezeichnungen G_1-G_2 und G_2-M_1 enthalten selbstredend auch die den Vereisungen G_2 bzw. M_1 vorangehenden Kryophilphasen; die obige Anwendung der Bezeichnungen erfolgte nur der Einfachheit halber.

Die Erkenntnis der beiden unteren, G_1 -bzw. G_2 -Lößschichten und der damit verbundenen verwitterten Lössen der Phasen G_1-G_2 und G_2-M_1 hat die Wichtigkeit des zusammengefaßten Profils von Ziegelei und Eisenbahnstation erhöht. Die Auffindung dieser Schichten kann gewissermaßen als eine Rechtfertigung der Gliederung des Ziegelei-Profiles, des sog. Fundamentalprofils angesehen werden, falls wir vor der Bildung der untersten Lößschicht

im Aufschluß bei der Eisenbahnstation keine Phase der Lößbildung, keine Vereisung mehr erwarten. Unabhängig davon sind jedoch die beiden, auf die Kryonphasen G_1 und G_2 datierten Lößschichten des letzteren Aufschlusses die zweifellos ältesten Zeugen der mitteleuropäischen Lößbildung, anhand welcher die problematische Lößbildung in den beiden Günzer Kryonphasen als bewiesen gelten darf.

Eigenschaften, Alter und Bedeutung der im Aufschluß bei der Eisenbahnstation nachweisbaren unterpleisto- zänen Orogenphasen

Bei der Konstruktion des Profils bei der Eisenbahnstation ist die Verbindung der Schichten nicht nur auf die Sedimentanalysen an den Bohrproben, sondern auch auf die Beobachtungen und Messungen im Aufschluß begründet worden. Die Konstruktion des Profils oberhalb der Schicht M_{1skl} bereitete keine besonderen Schwierigkeiten, umso mehr die Darstellung des älteren Profilverteiles, da über dem Bohrpunkt Nr. 3 die Spuren einer Hangrutschung zu erkennen waren, deren Achse senkrecht zu der Aufschlußebene lag (Fig. 2). Die Entstehung dieser Hangrutschung kann jedoch nur durch die Annahme einer jähen morphologischen Veränderung, einer tektonischen Treppe auf der vorliegenden M_{1u} -Oberfläche, erklärt werden.

Es läßt sich anhand meiner Beobachtungen im Profil feststellen, daß die Oberflächen der Schichten, die nach dem M_{1skl} gebildet wurden, sanft nach S einfallen. Dagegen weist die Schicht M_{1skl} im nördlichen Teil des Aufschlusses ein entgegengesetztes Einfallen auf. Die Verbindung der noch älteren Schichten ergab jedoch wieder südliches Einfallen.

Der Umstand, daß das Einfallen auch im ältesten Profilteil seine südliche Richtung und Winkel beibehält, und gleichzeitig innerhalb von 60 m (Bohrungen 2—3, Fig. 2) die zu erwartenden Schichten G_1 und G_1-G_2 ausbleiben (Bohrung Nr. 2), und die Bohrung anstatt ihrer bereits den Prägünz-Ton erreichte, deutet orogene Bewegungen an, im Laufe welcher es im Profil zu der Bildung von Horst- und Grabenstrukturen kam.

In Bohrung 2 liegt die Lößschicht G_2 unmittelbar über dem Prägünz-Komplex, wogegen sie weiter nördlich in den anderen drei Bohrungen (Fig. 2) bereits über der Schicht G_1-G_2 liegt. Da der im Süden des Profils bei der Eisenbahnstation konstruierte Horst durch die Lößschicht G_2 bedeckt wird, mußte sich die Bewegung zwischen den Phasen G_1-G_2 bzw. G_2 oder genauer, *unmittelbar vor dem Beginn der Lößbildung G_2* abgespielt haben. Das wird auch unterstützt dadurch, daß in Bohrung 2 die Spuren der Bodenbildung, die der anfänglichen Kryophilphase der Phase G_2 entsprechen sollte, nicht vorzufinden waren.

Damit haben wir jedoch das strukturelle Bild im nördlichen Teil des Aufschlusses bei der Eisenbahnstation noch nicht völlig erfaßt. Die Hangrutschung, die vor der Phase M_{1skl} eintrat, lenkt nämlich unsere Aufmerksamkeit auf spätere tektonische Vorgänge, wobei quer zur Ebene des Aufschlusses, mit O—W-Streichen, Horst- und Grabenbildungen zustandekamen. Da der problematische Teil des Profils innerhalb von 25 m durch drei Bohrungen erfaßt worden ist, kann auch die tektonische Skizze des nördlichen Profilverteiles verfertigt werden, wenn man Abscherungen und Aufhebungen infolge einer N—S gerichteten Kraft voraussetzt (Fig. 2). Der Zeitpunkt dieser Stauungs-

vorgänge kann ebenso genau festgesetzt werden wie der der vorherigen Bewegung; wird nämlich sowohl die Oberfläche der Hangrutschung wie auch die der untergeschobenen Partie durch die Schicht M_{1skl} bedeckt, so nimmt das Einfallen der genannten Schicht entsprechend der Natur der Bewegungen, nördlich von der Bruchlinie eine von der allgemeinen Richtung im Aufschluß abweichende nördliche Richtung auf.

Die zweite Orogenphase erfolgte daher nach der Bildung der Lössschicht M_{1a} und vor den Verwitterungsvorgängen der M_{1skl} . Die Sicherheit dieser Feststellung wird erhöht dadurch, daß zur Entstehung der Hangrutschung ein niederschlagreiches Klima, die Durchnetzung der unter der wasserführenden M_{1a} -Schicht liegenden tonigen Schicht G_2-M_1 , die Labilisierung der entlang der Bruchlinie N—S instabil gewordenen steilen Treppe notwendig war. Klimatisch bedeutet das, daß die zweite Orogenphase in der anfänglichen Periode der M_{1skl} stattfinden mußte. Ich möchte noch hinzufügen, daß die Notwendigkeit der Hangbeständigkeitsuntersuchungen von Pappalvy gleichfalls durch die Durchnetzung der wasserundurchlässigen Schicht G_2-M_1 bzw. durch die dazu führende gute Wasserführung der M_{1a} -Schicht entstanden ist.

In dem N—S streichenden tektonischen Graben, der in der anfänglichen Periode der M_{1skl} entstanden ist, können wir die wichtigste morphotektonische Präformierung der Steilklippen am rechten Donauufer und des Donautales erblicken.

Im unterpleistozänen Komplex des Aufschlusses bei der Eisenbahnstation haben wir im obigen zwei Orogenphasen erkannt und chronologisiert. Die erste dieser Phasen bewirkte eine Dilatation, die zweite eine Kompression in der Richtung des Profils. Die Achse der Spannungsellipse hat jedoch vom Anfang G_2 bis zu der Phase M_{1skl} eine Rotation erlitten.

Von dem Horst, der in der Orogenphase zu Beginn der G_2 entstand (Bohrung Nr. 2., Fig. 4) ist infolge seiner herausgehobenen Lage die Lössschicht G_1 und die Bodenschicht G_1-G_2 abgetragen worden. Da südlich vom Aufschluß bei der Eisenbahnstation der prägünzische Tonkomplex fehlt, und die Unterpannonserie bei der Bence-Kneipe bereits zutage tritt, unmittelbar von dem Flugsand G_2-M_1 überlagert, scheint der Horst bei der Eisenbahnstation einseitig zu sein, und man geht in südlicher Richtung durch immer höhere Verwerfungstreppe dem zentralen Kern des Horstes entgegen. Diese strukturelle Lage, die nach dem Süden zunehmende Reliefeenergie, und die damit verbundene Abtragung erklärt die Abwesenheit der prägünzischen Serie im Süden des Pakser Profils. Die Abtragung kann anhand der Lage des Flugsandes G_2-M_1 über dem Pannonkomplex auf die Phase G_2-M_1 gesetzt werden, in Einklang mit der obigen tektonischen Deutung.

Die Entwicklungszeit des bis in die Mitte des Ziegelei-Profils dauernden südlichen Einfallens kann auf die am Anfang des M_{1skl} auftretende Orogenphase gesetzt werden, d. h. auf den Zeitpunkt, in welchem das Einfallen der südlich von der Ziegelei liegenden Teile nach Norden umkippte. Die derart entwickelte Struktur hat die Achse des im Aufschluß bei der Bence-Kneipe beobachtbaren Erosionstales stetig nach N verschoben, wodurch die neben der Bence-Kneipe entstandene M_3-R_1 -Talung entlang der Böschung in nördlicher Richtung bis in die Achsenlinie der Mulde „herabrutschte“.

Es würde vielleicht zu weit führen, wenn man die beiden ersten Phasen der morphotektonischen Entwicklung der unter dem Namen Mezőföld zu-

sammengefaßten morphologischen Einheit mit den beiden, im Profil bei der Eisenbahnstation nachgewiesenen Orogenphasen in Zusammenhang bringen wollte, jedoch muß diese Möglichkeit doch untersucht werden, da im Gebiete des Mezőföld dadurch die erste Gelegenheit zur Feststellung der stratigraphischen Lage der pleistozänen Bewegungen gegeben ist. Das großzügige morphologische Werk von L. Ádám, S. Marosi und J. Szilárd über das Mezőföld, beruht in tektonisch-chronologischer Hinsicht sowieso nur auf die Erwägung der Möglichkeiten, im besten Falle mit der Methode der Elimination, und die dadurch erreichten Folgerungen werden bloß durch die aneinandergereihten aussagenden Sätze auf den Rang von Tatsachen erhoben.

In diesem Kapitel muß die Tätigkeit von F. Pávai-Vajna im Gebiete rechts von der Donau erwähnt werden. Pávai-Vajna war der erste, der die Einfallen der zwischen die Lössschichten eingeschalteten fossilen Bodenhorizonte als Dislokation auffaßte.

Obwohl in terrestrischen Bildungen die Durchprägung der Morphologie des Untergrundes, das Zustandekommen eigenartig äolischer Lagerungsformen (Flugsand), die dauernde Exposition und die daraus sich ergebende dauernde Möglichkeit abtragend-morphogenetischer Prozesse derartige Folgerungen nicht rechtfertigt, muß man doch die Bedeutung der Feststellung von Pávai-Vajna betonen, da er mit seinen kühnen Ansichten die Aufmerksamkeit auf die Quartärbewegungen lenkte; wie man es im Pakser Profil nachweisen kann, sind seine sonst auf labilen Grundlagen fußenden Aussagen in großen Zügen doch gültig.

Der von Pávai-Vajna eingeschlagene Weg ist jedoch voller Schwierigkeiten. Es wäre falsch, seine Methode in die

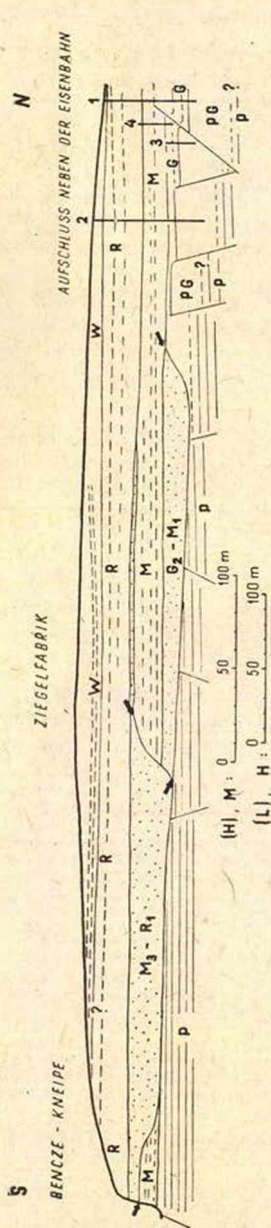


Fig. 12. Tektonisches Übersichtsprofil zwischen Bence-Kneipe und dem Aufschluß bei der Eisenbahnstation.
Zeichenerklärung:

W: Weissenau, R: Riß, M₃-R₁: Mindel-Riß, M: Mindel, G₂-M₁: Günz-Mindel, G: Günz, Pg: Präglaz, P: Oberpannon. Pfeile: Erosions-
oberflächen. 1-4: Die Bohrungen bei der Eisenbahnstation. — Die Infolge der alt und jungwalachischen Phasen entstandenen morphologischen
Veränderungen haben eine bedeutende postorogene Abtragung bewirkt. Diese wird durch die S von dem Aufschluß bei der Eisenbahnstation vor-
liegenden Denudationsoberflächen belegt. Die Abtragung G₂-M₁ hat sich zwischen Bence-Kneipe und im Aufschluß bei der Eisenbahnstation aus-
gewirkt, dagegen läßt sich die Abtragungsfäche M₃-R₁ von der Bence-Kneipe bis zur Ziegelei verfolgen. Der Umstand, daß die Denudation in
der „grün“ Interglaziale (M₃-R₁) in ihren Ausmaßen weit geringer war als die Denudation G₂-M₁, zeugt davon, daß der Denudation, die auf
die Phase G₂-M₁ festgesetzt wurde, bereits nur eine frühere, bedeutende Abtragungsphase voranging. Diese vermittelt feststellbare Denudations-
phase steht mit der ersten strukturellen Zergliederung des pizänen Beckentelles im Zusammenhang als Folge der päsadenischen Bewegungsphase
an der Plio-Pleistozän-Wende. Im Sinne dieser Auffassung sind die Bruchflächen der alt- bzw. jungwalachischen Strukturen bereits an der Grenze
Plio-Pleistozän präformiert worden

Praxis einzuführen, jedoch wäre es nicht weniger falsch, die Möglichkeit, die Lagerung der Pleistozänschichten eventuell durch Dislokation erklären zu können, schroff abzulehnen.

Stratigraphische Lage, Natur und Bedeutung der orogenen Bewegungen im Villányer Unterpleistozän

Ich habe auf die großzügige Villány-Monographie von M. Kretzoi bereits in den einleitenden Zeilen hingewiesen. Die unterpleistozänen Bewegungen werden darin erstmalig biostratigraphisch genau festgelegt.

Im Laufe der Untersuchung der spaltenausfüllenden Säugetierfaunen im Villányer Gebirge erkannte Kretzoi zwei aufeinanderfolgende Faunengesellschaften, zwei Faunenwellen. Die erste hat er mit dem Namen Villányer, die zweite mit dem Namen Biharer Faunengesellschaft bezeichnet. Obwohl er eine von der meinen verschiedene stratigraphische Sprache spricht, strebte Kretzoi doch dahin, die Zusammenhänge seiner Kategorien mit der von mir angewandten alpinen Nomenklatur klarzulegen. Dieser Umstand ermöglicht es, die biostratigraphische und sedimentgeologische Gliederung des Pleistozäns erstmalig zu verknüpfen, ohne jedoch dabei die Nomenklatur der einen oder anderen Disziplin für die andere zwingend machen zu wollen. Die verschiedenen Nomenklaturen haben nämlich auch ihre guten Gründe.

Unsere äolischen Pleistozänserien weisen, ob es sich um das Pakser Fundamentalprofil oder um das *Felsőszentivány*-Profil zwischen Donau und Theiß (16) handelt, recht wenig Möglichkeiten einer stratigraphischen Gliederung der Interglazialen auf. Diese Gliederung scheint jedoch anhand der Säugetierresten in den Kluftausfüllungen und in den Süßwasserkalken ausführbar zu sein. Die Gliederung der G—M-Interglaziale kann eben im genannten Werk von Kretzoi betrachtet werden, wogegen die säugetierpaläontologische Gliederung der R—W-Interglaziale durch D. Jánosy (10) angeschnitten worden ist.

Da wir zur Zeit die interglazialen Phasen anhand von terrestrischen Bildungen, die an sich die Klimaschwankungen anzeigen würden, noch nicht zur Genüge kennzeichnen können, und da das Vorkommen der interglazialen Flugsande nur die Inter-Lage andeutet, jedoch keine Möglichkeit zur weiteren Gliederung gibt, müssen wir in dieser Hinsicht auf biostratigraphische Methoden zurückgreifen, ob diese nun auch auf mollusken-, oder säugetierfaunistischer oder aber auf paläobotanischer Grundlage beruhen.

Wenn auch die Zukunft die Erkenntnis solcher sedimentären Fazies ergeben würde, die zur Unterscheidung der interglazialen Klimaschwankungen anwendbar wären, würde das uns in Hinsicht auf die zu erzielenden stratigraphischen Ergebnisse nicht minder skeptisch machen. Es ist nämlich allgemein bekannt, daß die Interglazialen, im Gegensatz zu den Glazialen, durch gesteigerte Abtragungsprozesse gekennzeichnet sind, die die Gültigkeit derartiger Untersuchungen sowieso nur auf die stetig sinkenden Gebiete beschränken würden.

Falls Kretzoi die Zusammenhänge mit der alpinen Nomenklatur gar nicht oder falsch angegeben hätte, würde sich doch noch eine Möglichkeit der Parallelisierung ergeben. Nämlich findet sich die Faunengesellschaft der Villányer Phase in einem Kluftsystem von O—W-Streichen, wogegen die

Funde der unmittelbar darauffolgenden Bihar-Phase in Klüften von N-S-Streichen vorkommen, die nach der Schließung der O-W-Klüfte zustande kamen. Diese Umstände zeugen von einer rechtwinkligen Drehung der Spannungsellipse: die Entstehung und Eröffnung von O-W-streichenden Spalten zu Beginn der Villányer Phase und die Schließung derselben auf der Wende der Bihar- und Villány-Phasen, mit der gleichzeitigen Entstehung und Eröffnung von Spalten von N-S-Streichen. Mit dem Wort „Entstehung“ will ich keineswegs die Möglichkeit einer eventuellen Präformation ausschließen, eine solche hat jedoch in unserem Falle keine Bedeutung.

Wenn wir die Ereignisreihe der Pakser Pleistozänbewegungen denen von Villány anschließen, so erhalten wir sofort die Festlegung der Zusammenhänge der beiden Serien, die Fernkorrelation der beiden Fazien. Damit sind wir jedoch zu der biostratigraphischen Kontrolle der Pakser stratigraphischen Ergebnisse gelangt.

Parallelisierung der Unterpleistozänentwicklungen von Paks und Villány anhand der diastrophischen Anschauung

Auf eine Anwendung des orogenetischen Zeitgesetzes finden wir in der Quartär-Literatur kein Beispiel. Die Ursache dafür ist nicht etwa eine Ungültigkeit dieses Gesetzes im Quartär; die Quartärchronologie wendet ja alle Methoden der Parallelisierung an, deren sie habhaft werden kann; jedoch mangelte es bislang an einer genauen Kenntnis der Quartär-Orogenphasen und es fehlen im allgemeinen die Gegebenheiten der Altersbestimmung und Parallelisierung, auch falls es solche Phasen geben sollten.

In seinem Villány-Werk stellte M. Kretzoi orogene Erscheinungen fest. „Es war möglich, durch feinstratigraphische Methoden, und innerhalb der durch diese bedingten Zeitrahmen, zwei, den Villányer und Bihar-er Faunenphasen entsprechende Sedimentierungsrhythmen und zwei aufeinander normale tektonische Effekte festzustellen“ (13, p. 123). So ist die erste Voraussetzung zur Anwendung des diastrophischen Prinzips im Pleistozän durch M. Kretzoi bereits geschaffen worden. Er hat jedoch auch die Möglichkeiten der Anwendung erkannt: neben den aufgezählten stratigraphischen und Lagerungsangaben können wir noch eine weitere Kontrolle der Reihenfolge der Faunen entwickeln, durch welche die Einreihung der einzelnen Faunen in die Villány- oder Bihar-Phase, wenn auch nicht die unmittelbaren Zusammenhänge der einzelnen Horizonte, festgestellt werden können, auch ohne das Auftreten von kennzeichnenden Faunenelementen. Es konnte nämlich festgestellt werden, daß sämtliche Fundstellen, die in Spalten von O-W-Streichen liegen, eine Fauna von Villány-Alter ergeben haben, wogegen die etwa N-S gerichteten Spalten des Kluftsystems ausnahmslos Faunen der Biharphase führten (13, p. 93).

Wenn wir die Ergebnisse über die Alter der Orogenphasen für einen Moment außer Acht lassen, und über die stratigraphische Lage der orogenetischen Vorgänge im Aufschluß bei der Eisenbahnstation vorerst gar nichts voraussetzen, nur das Profil und die Natur der in ihm festgestellten Bewegungen, sowie deren Unterschiede vor Augen halten, so sind wir bereits bei der ersten Anwendung des diastrophischen Prinzips im Pleistozän gelangt. Es ist nämlich die rechtwinklige Verdrehung der Spannungsellipse im Unterpleistozän

des Villányer Gebirges bekannt. Das Alter der dort wahrgenommenen orogenen Erscheinungen entfällt auf den Beginn der Villány- bzw. auf die Wende der Villány- und Bihar-Phasen. Wenn wir eine parallele Entwicklung des orogenen Geschehens im Pakser Aufschluß annehmen, so haben wir bereits eine Parallelisierung der Orogenphasen und somit auch der Stratigraphie der beiden Fundstellen vor uns. Demnach entfällt die erste Orogenphase im Aufschluß bei der Pakser Eisenbahnstation auf den Beginn der Villányer Phase, und die Zweite auf die Wende der Villányer und Bihar-Phasen. Folglich entspricht die nach der ersten Phase abgelagerte und von der zweiten berührte Schichtreihe (G_2 , G_2-M_1 , M_{1skl} , M_{1a}) der Villányer, und der untere Teil der hangenden Schichtreihe der Bihar-Phase.

Die Parallelitäten sind wie folgt :

Villányer Gebirge			Paks, Aufschluß b. d. Eisenbahnstation	
Bihar-Phase	M_{2b}	Löß	Lößbildung	$M_{1\beta}$
	M_{2a}	Erosion	Abschluß der Bodenbildung	M_{1skl}
	M_1-M_2	Roter Ton	Bodenbildung	
2. Orogen-Phase				
Villány-Phase	M_{1b}	Lößtegel	Lößbildung	M_{1a}
	M_{1a}	Erosion	Abschluß der Bodenbildung	M_{1kl}
	G—M	Roter Ton	Bodenbildung	G_2-M_1
	—	—	Lößbildung	G_2
1. Orogen-Phase				

M. Kretzoi erkannte in je einem Horizont der Villányer- bzw. Bihar-Phasen „Pluviale Erosionsdiskordanzen“. Ihre Zeitpunkte hat er auf die M_{1a} - bzw. M_{2a} -Perioden gesetzt. Diese können mit der anfänglichen M_{1kl} -Phase der Mindel₁-Glaziale sowie mit der M_{1skl} -Phase, die die Mindel₁-Glaziale zweiteilt, parallelisiert werden.

M_{1kl} sowie auch M_{1skl} werden durch ozeanisches Klima gekennzeichnet. Da Kretzoi mit der Adjektive „pluvial“ ein extrem niederschlagsreiches Klima zu kennzeichnen wünschte, und von der üblichen Meinung dieses Termins im Mediterraneum absah, versteht sich die oben beschriebene Parallelisierung mit den M_{1a} - und M_{2a} -Phasen von selbst. Der Umstand, daß ich die Phase M_{2a} mit dem zweiten Teil der M_{1skl} -Phase parallelisiert habe, ergibt sich daraus, daß meine früheren Untersuchungen die Gliederung der M_1 , R_1 - und W_1 - Vereisungsphasen in je zwei Kryonphasen festgestellt haben. Jedoch kann die Semikryophilphase zwischen M_{1a} und $M_{1\beta}$ (M_{1skl}) ebenso durch ozeanisches Klima gekennzeichnet werden, wie die der Phase M_{1a} entsprechende M_{1kl} -Phase: deshalb kann die durch Kretzoi vorgenommene Parallelisierung im wesentlichen als richtig bezeichnet werden, da die Fauna interstadieller Art und die damit verbundene Sedimentfazies sowie die darauf folgende Erosionsphase im Villányer Gebirge von jedem Forscher, der auf den klassischen Grundlagen des alpinen Systems steht, auf die M_1-M_2 bzw.,

M_{2a} gesetzt worden wäre. Es ist nun eine grundverschiedene Frage, daß die M_1 -Phase, den R_1 - und W_1 -Phasen ähnlich, durch eine „Interstadiale“ (M_{1skl}) zweigeteilt wird, und daß deshalb die ersten beiden Horizonte der Bihar-Phase nicht der M_{2kl} , sondern der M_{1skl} entsprechen.

Der Lößtegel M_{1b} kann mit dem Löß der M_{1a} , der Löß M_{2b} mit dem Löß der M_{1b} parallelisiert werden. Kretzoi hat für die Dauer der Entstehung beider Bildungen die Gegenwart einer Steppe, eventuell einer bewaldeten Steppe angenommen, das Klima dürfte jedoch nach den Pakser Erfahrungen nicht so streng gewesen sein, wie etwa in den würmischen Kryonphasen.

Die Verbindung des Kretzoi'schen Systems der biostratigraphischen Nomenklatur und des alpinen Systems ist durch M. Kretzoi in der auf der linken Seite der Tabelle ersichtlichen Weise vorgenommen worden. Wie weit sein Verfahren richtig war, kann durch Vergleich mit meiner chronologischen Stellungnahme, in der rechten Spalte, ersehen werden. Die Unterschiede sind unwesentlich und leicht erklärbar: Kretzoi ging aus dem klassischen alpinen System aus, ich habe dagegen bereits die Ergebnisse der Pleistozängliederung im Pakser Fundamentalprofil vor Augen gehalten.

Wie in der Einführung erwähnt, geht durch diese Arbeit ein alter Wunsch in Erfüllung. Die säugetierpaläontologische und sedimentgeologische Quartärnomenklaturen haben sich darin in der ersten Anwendung der diastrophischen Fernkorrelation im Pleistozän die Hand gereicht. Ich fühle, daß beide Seiten die ersten notwendigen mühsamen Schritte gemacht haben, um dieses Ziel zu erreichen, und obwohl wir unsere gegenseitigen Ergebnisse mit kritischen Augen betrachtet haben — oder vielleicht ebendeshalb —, können wir nun uns darüber freuen, daß wir auf verschiedenen Wegen, durch die Identität der Ergebnisse, der Erkenntnis der Wahrheit nähergekommen sind.

LITERATUR

1. Ádám L.—Marosi S.—Szilárd J.: A paksi löszfeltárás. (Der Lößaufschluß bei Paks.) *Földrajzi Közlemények*, 2 (78), 239—254. 1954.
2. Ádám L.—Marosi S.—Szilárd J.: A Mezőföld természeti földrajza. (Physikalische Geographie des Mezőföld.) Budapest, 1959.
3. Bacsák Gy.: Az interglaciális korszakok értelmezése. (Die Deutung der interglazialen Perioden.) Budapest, 1940.
4. Bacsák Gy.: A skandináv eljegesedés hatása a periglaciális övön. (Die Wirkung der skandinavischen Vereisung in der Periglazialzone.) Budapest, 1942.
5. Bacsák Gy.: Az utolsó 600 000 év földtörténete. (Die Erdgeschichte der letzten 600 000 Jahre.) *M. Áll. Földt. Int. Vitaülése*, 221—269, 1944.
6. Bacsák Gy.: A Milanković-elmélet védelme. (Verteidigung der Milanković-Theorie.) Manuskript. 1954.
7. Bacsák Gy.: A pliocén és a pleisztocén az égi mechanika megvilágításában. (Pliozän und Pleistozän im Lichte der himmlischen Mechanik.) *Földtani Közöny*, 85, 70—105. 1955.
8. Horváth A.: A paksi pleisztocén-üledékek csigái és értékelésük. (Die Gastropoden der Pleistozänablagerungen von Paks und ihre Bewertung.) *Állattani Közlemények*, 44, 171—188. 1954.
9. Horváth A.: A délföldi löszlábla rétegsorának puhatestű faunája. (Molluskenfauna der Schichtreihe des südföldischen Lößplateaus.) Vortrag auf der Wandersitzung der Ungarischen Geologischen Gesellschaft zu Szeged. 1958.
10. Jánossy D.: A Lambrecht Kálmán barlang felsőpleisztocén gerinces faunája és a rissz-würmi interglaciális problémája. (Die oberpleistozäne Säugetierfauna der Lambrecht-Höhle und das Problem der Riß-Würm-Interglaziale.) Kandidatenthese Manuskript. 1959.

11. Köppen, W.—Wegener, A.: Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin, 1924.
12. Kretzoi M.: Adatok a Magyar medence negyedkori tektonikájához (Beiträge zur Quartärtektonik des Ungarischen Beckens.) *Hidrológiai Közlöny*, 35, 1—2. 1955.
13. Kretzoi M.: A Villányi hegység alsópleisztocén gerinces faunái. (Die unterpleistozänen Säugetierfaunen des Villányer Gebirges.) *Geol. Hung. Ser. Pal.* 27, 1—264. 1956.
14. Kriván P.: A közép-európai pleisztocén éghajlati tagolódása és a paksi alapszelvény. (Die klimatologische Gliederung des mitteleuropäischen Pleistozäns und das Fundamentalprofil von Paks.) *M. All. Földt. Int. Évk.* 43, 1—152., 1955.
15. Krivánné Hutter E.: Az abszolút időszámítás növénytani módszere. (Eine botanische Methode der absoluten Zeitrechnung.) *Földtani Közlöny*, 86, 183—186. 1956.
16. Miháلتz I.: A délföldi löszábra rétegsora. (Die Schichtreihe der Lößtafel im südlichen Alföld.) Vortrag auf der Wandersitzung der Ungarischen Geologischen Gesellschaft zu Szeged. 1958.
17. Moldvay, L.: Die äolische Sedimentation *Acta Geol.* 4, 271—320. 1957.
18. Papfalvy F.: Talajmechanikai szakvélemény a 6. sz. út 106 561—106 730 km szelvényei közötti szakaszán levő magaspárt biztosítása és kiszáritása tárgyában. (Bodenmechanische Begutachtung betreffs der Sicherung und Austrocknung der Steilkuppe im Abschnitt 106 561 bis 106 730 km der Autobahn Nr. 6.) Manuskript. 1952.
19. Pávai-Vajna F.: A földkéreg legfiatalabb tektonikus mozgásairól. (Über die jüngsten tektonischen Bewegungen der Erdkruste.) *Földtani Közlöny*, 47, 249—258. 1917.
20. Pávai-Vajna F.: A földkéreg legfiatalabb tektonikus mozgásairól. (Über die jüngsten tektonischen Bewegungen der Erdkruste.) *Földtani Közlöny*. 55. 63—85. 1926.
21. Pávai-Vajna F.: A magyarországi Dunamedence rétegtana és hegyszerkezete. (Stratigraphie und Tektonik des ungarischen Donaubeckens.) Manuskript. 1952.
22. Pávai-Vajna F.: Az alföldi Dunamellék rétegtana és hegyszerkezete. (Stratigraphie und Tektonik des alfdischen Donaubeckens.) *M. All. Földt. Int. Évi Jel.* 69—74. 1953.
23. Pávai-Vajna F.: 1953. évi intézeti felvételeim összesítő jelentése. (Zusammenfassender Bericht über meine Aufnahmen im Rahmen des Instituts.) Manuskript. 1953.
24. Scherf, E.: Versuch einer Einteilung des ungarischen Pleistozäns auf moderner polyglazialistischer Grundlage. *Verhandl. d. III. Internat. Quart. Konf.* Wien, 1936. 237—247. 1938.
25. Staub M.: Magyarország jégkorszaka és flórája. (Eiszeitalter und Flora in Ungarn.) *Földtani Közlöny*, 21, 10—41. 1891.
26. Stefanovits P.—Kléh Gy.—Szűcs L.: A paksi löszfal anyagának talajtani vizsgálata. (Pädologische Untersuchung des Pakser Lößprofils.) *Agrokémia és Talajtan*, 3, 397—404. 1954.
27. Sümeghy J.: Medencéink pliocén és pleisztocén rétegtani kérdései. (Probleme der Pliozän- und Pleistozänstratigraphie in den ungarischen Becken.) *M. All. Földt. Int. Évi Jel.* 83—109. 1953.
28. Vadász E.: Földtörténet és földfejlődés. (Erdgeschichte und Erdentwicklung.) Budapest, 1957.
29. Véghné Neubrandt E.: A gerecsehegységi triász üledékföldtani vizsgálata. (Sedimentologische Untersuchung der Triasbildungen im Gerecsegebirge.) Kandidatenthese. Manuskript. 1957.
30. Wittmann, O.: Gibt es auch im Diluvium orogene Phasen? *Geol. Rundschau*, 32, 337—367. 1941.
31. Žebera K.: Beszámoló a magyarországi negyedkori képződményeken végzett tanulmányutam tapasztalatairól. (Bericht über die Erfahrungen meiner Studienreise durch die ungarischen Quartärbildungen.) *M. All. Földt. Int. Évi Jel.* 529—539. 1955.